

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-254984

(43)Date of publication of application : 05.10.1993

(51)Int.Cl.

C30B 25/02
C30B 23/08
H01L 21/20
H01L 21/205

(21)Application number : 04-083430

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 05.03.1992

(72)Inventor : FUJITA YUKIHISA
FUJII SATOSHI

(54) METHOD AND APPARATUS FOR EPITAXIAL CRYSTAL GROWTH

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the method and apparatus for epitaxial crystal growth of a semiconductor with which crystal growth and doping are easy, the depth of doping is adjustable and further, a laminated structure is easily obtainable.

CONSTITUTION: A process for growing the crystal and a process for melting a part or the whole of a thin film by a high-output laser beam and cracking and diffusing a doping gas are alternately executed in a closed system. As a result, the generation of problems, such as difference in the conditions for cracking of raw materials for growth and a dopant and reaction of both in a gaseous phase, is obviated. The depth of the doping is changed and the laminated structure is formed by repeating the above-mentioned processes plural times and, therefore, various kinds of the high-quality epitaxial crystal substrates are easily obtd.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-254984

(43)公開日 平成5年(1993)10月5日

(51)Int.Cl. ³	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 25/02	Z	9040-4G		
23/08	M	9040-4G		
H 0 1 L 21/20		9171-4M		
21/205				

審査請求 未請求 請求項の数8(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-83430

(22)出願日 平成4年(1992)3月5日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 藤田 恭久

川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社先端技術研究所内

(72)発明者 藤井 智

川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社先端技術研究所内

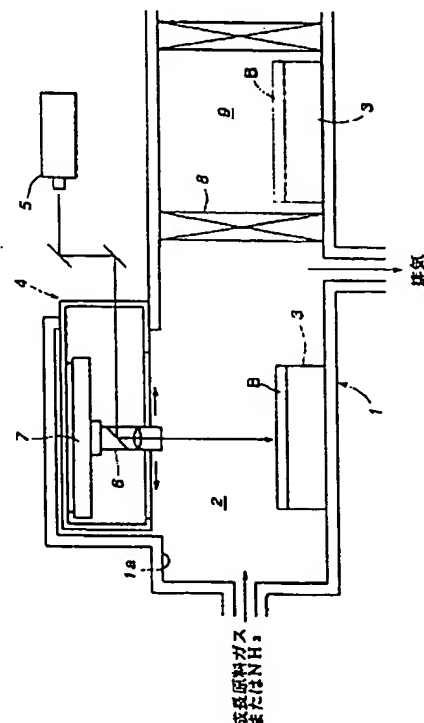
(74)代理人 弁理士 大島 陽一

(54)【発明の名称】 エピタキシャル結晶成長方法及びその装置

(57)【要約】

【目的】 結晶成長及びドーピングが容易であると共にドーピング深さの調整が可能であり、更に積層構造を容易に得ることができる半導体エピタキシャル結晶成長方法及びその装置を提供する。

【構成】 結晶を成長させる過程と、高出力レーザー光により薄膜の一部または全部を溶融し、かつドーピングガスを分解させて拡散させる過程とを閉鎖系にて交互に行うことにより、成長原料とドーパントとの分解条件の違い及び両者の気相での反応などの問題を生じることがなく、また上記過程を複数回繰り返すことによりドーピングの深さを変えたり積層構造を形成することができることから、様々な種類の高品質なエピタキシャル結晶基板を容易に得ることが可能となる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の表面に成長原料を供給して結晶成長させると共にドーパントを拡散させることにより半導体薄膜を得るエピタキシャル結晶成長方法であって、前記成長原料により所定の厚さの薄膜に結晶成長を行う過程と、高出力レーザ光を前記基板の表面に照射して前記薄膜の一部または全部を熔融し、かつ前記ドーパントをガスにて供給して前記レーザ光をもって分解して拡散させる過程とを外部から遮断された状態で交互に行うことを特徴とするエピタキシャル結晶成長方法。

【請求項2】 前記結晶成長及び拡散処理を同一反応室内にて行うことを特徴とする請求項1に記載のエピタキシャル結晶成長方法。

【請求項3】 前記結晶成長及び拡散処理を外部から遮断され、かつ前記基板を移動可能な複数の反応室内にて行うことを特徴とする請求項1に記載のエピタキシャル結晶成長方法。

【請求項4】 前記成長原料が1種類若しくは複数種類の成長原料から構成され、前記拡散過程にて前記ドーピングガスと共に前記成長原料の1成分若しくは複数成分をも供給することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のエピタキシャル結晶成長方法。

【請求項5】 基板の表面に成長原料を供給して結晶成長させると共にドーパントを拡散させることにより半導体薄膜を得るためのエピタキシャル結晶成長装置であって、前記成長原料により所定の厚さの薄膜に結晶成長を行う第1の反応室と、前記基板を第1の反応室との間で外部から遮断された状態で移動可能な第2の反応室と、前記第2の反応室に前記ドーパントをガスにて供給する手段と、前記薄膜の一部または全部を熔融可能な高出力レーザ光を前記基板の表面に照射する手段とを有し、前記ドーピングガスを分解すると共に前記薄膜の一部または全部を熔融して拡散させることを特徴とするエピタキシャル結晶成長装置。

【請求項6】 基板の表面に成長原料を供給して結晶成長させると共にドーパントを拡散させることにより半導体薄膜を得るためのエピタキシャル結晶成長装置であって、前記成長原料により所定の厚さの薄膜に結晶成長を行う反応室と、前記反応室に前記ドーパントをガスにて供給する手段と、前記薄膜の一部または全部を熔融可能な高出力レーザ光を前記基板の表面に照射する手段とを有し、前記ドーピングガスを分解すると共に前記薄膜の一部または全部を熔融して拡散させることを特徴とするエピタ

キシャル結晶成長装置。

【請求項7】 当該エピタキシャル結晶成長装置が、前記成長原料を分子線で前記基板に供給する分子線エピタキシー装置及び前記成長原料をガスで前記基板に供給する有機金属化学気相成長装置のうちのいずれか一方からなることを特徴とする請求項5若しくは請求項6に記載のエピタキシャル結晶成長装置。

【請求項8】 前記成長原料が1種類若しくは複数種類の成長原料から構成され、

10 前記第2の反応室に前記成長原料の1成分若しくは複数成分を供給する手段を更に有することを特徴とする請求項5若しくは請求項7に記載のエピタキシャル結晶成長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、基板の表面に成長原料及びドーパントを供給することにより化合物半導体エピタキシャル結晶を成長させる方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】化合物半導体のエピタキシャル結晶成長には主として分子線エピタキシー法（以下、本明細書ではMBE法と略記する）や有機金属化学気相成長法（以下、本明細書ではMOCVD法と略記する）などが一般的に用いられている。特開昭62-88329号公報にはII-VI族化合物半導体のエピタキシャル結晶の一例として砒化ガリウム（GaAs）基板上へのセレン化亜鉛（ZnSe）のエピタキシャル結晶を成長させ、ドーパントとして砒素（As）、リン（P）、または窒素（N）を導入してp型結晶を得るための構造が開示されている。

【0003】上記したような方法のうち、例えばMOCVD法に於ては基板の表面に成長原料及びドーパントを同時にガスで供給することにより化合物半導体エピタキシャル結晶を成長させている。従って、成長原料の分解条件と、ドーパントの分解・励起条件とが異なる、また成長原料とドーパントとが気相で反応する可能性があるなどの問題からエピタキシャル結晶の品質が低下することがあった。

10 【0004】そこで、シリコン基板の表面にエキシマレーザを照射することにより熔融させ、ボロンをドーピングする方法（P. G. Carey et al. IEEE Electron Device Lett., Vol. EDL-6 No. 6 (1985) P. 291~293参照）を利用して、結晶成長後に基板の表面にエキシマレーザを照射して熔融させ、ドーパントを導入することが考えられる。この方法を用いれば結晶成長後にドーピングを行うことから、成長原料とドーパントとの分解条件の違いなどによるエピタキシャル結晶の品質低下は防止できるが、深くドーピングを行うことができず、

(3)

また層毎にドーピングパターンを変える積層構造を得ることが困難であった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述したような従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その主な目的は、結晶成長及びドーピングが容易であると共にドーピング深さの調整が可能であり、更に積層構造を容易に得ることができる半導体エピタキシャル結晶成長方法及びその装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述した目的は本発明によれば、基板の表面に成長原料を供給して結晶成長させると共にドーパントを拡散させることにより半導体薄膜を得るエピタキシャル結晶成長方法であって、前記成長原料により所定の厚さの薄膜に結晶成長を行う過程と、高出力レーザ光を前記基板の表面に照射して前記薄膜の一部または全部を溶融し、かつ前記ドーパントをガスにて供給して前記レーザ光をもって分解して拡散させる過程とを外部から遮断された状態で交互に行うことを特徴とするエピタキシャル結晶成長方法、及び基板の表面に成長原料を供給して結晶成長させると共にドーパントを拡散させることにより半導体薄膜を得るためのエピタキシャル結晶成長装置であって、前記成長原料により所定の厚さの薄膜に結晶成長を行う第1の反応室と、前記基板を第1の反応室との間で外部から遮断された状態で移動可能な第2の反応室と、前記第2の反応室に前記ドーパントをガスにて供給する手段と、前記薄膜の一部または全部を溶融可能な高出力レーザ光を前記基板の表面に照射する手段とを有し、前記ドーピングガスを分解すると共に前記薄膜の一部または全部を溶融して拡散させることを特徴とするエピタキシャル結晶成長装置を提供することにより達成される。

【0007】

【作用】このように結晶を成長させる過程と、高出力レーザ光により薄膜の一部または全部を溶融し、かつドーピングガスを分解させて拡散させる過程とを閉鎖系にて交互に行うことにより、成長原料とドーパントとの分解条件の違い及び両者の気相での反応などの問題を生じることがなく、上記過程を複数回繰り返すことによりドーピングの深さを変えたり積層構造を形成することができる。

【0008】

【実施例】以下、添付の図面に従って本発明の好適実施例について説明する。

【0009】図1は本発明が適用された第1の実施例を示すMOCVD装置の模式的側断面図である。本実施例は砒化ガリウム(GaAs)基板上へのセレン化亜鉛(ZnSe)のエピタキシャル結晶を成長させ、ドーパントとして窒素(N)を導入してp型結晶を得るためのMOCVD装置である。

【0010】反応管1は方形断面をなすと共に水平方向に延在し、その内部通路1aを図に於ける左側から右側に向けて成長原料ガスとしてジメチル亜鉛($\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$)が $5 \times 10^{-5} \text{mol/min}$ 及びジメチルセレン($\text{Se}(\text{CH}_3)_2$)が $5 \times 10^{-4} \text{mol/min}$ 、そのキャリアガスとして水素(H_2)が 5l/min 、ドーパントとしてアンモニア(NH_3)が $5 \times 10^{-4} \text{mol/min}$ 、そのキャリアガスとしてヘリウム(He)が 5l/min 供給されるようになっている。

【0011】反応管1の中間部の内部通路1aは反応室2をなし、その下側壁面には基板Bを上向きに保持して回転させるサセプタ3が設けられている。このサセプタ3には基板Bを加熱するための抵抗加熱ヒータが付設されている(図示せず)。また、反応室2の基板Bと対向する位置には、基板Bの表面に高出力レーザ光を照射するためのレーザ照射ユニット4が設けられている。尚、反応管1の反応室2と隣接する位置には、反応室2とゲートバルブ8により区画されたロードロック室9が設けられ、該ロードロック室9から基板Bの出し入れを行い得ようになっている。

【0012】レーザ照射ユニット4は、KrFエキシマパルスレーザ(波長248nm)からなるレーザ光源5と、このレーザ光源5からのレーザ光を基板Bの表面に導くためのミラー、対物レンズなどから構成される出射系6と、基板Bの所望の部分にレーザ光を照射させるべく出射系6を移動させるX-Yステージからなる搬送装置7とを有している。

【0013】以下に本実施例の作動要領について説明する。まず砒化ガリウム基板Bをサセプタ3に上向きに保持し、この基板Bを回転させると共に加熱する。そして内部通路1aから成長原料ガスを反応室2に供給することにより厚さ0.1 μm だけ結晶成長させ、薄膜を形成させる。

【0014】次に成長原料ガスの供給を停止し、排気した後、ドーピングガスを供給しつつレーザ照射ユニット4により高出力レーザ光を基板B表面の所望の部分に照射する(5パルス)。これにより基板B表面の薄膜を厚さ0.1 μm だけ溶融し、同時にドーピングガスを分解・励起して窒素ラジカルを発生させ、薄膜中に窒素を導入する。

【0015】上記結晶成長及びドーピングを交互に複数回繰り返すことにより、膜厚及びドーピングの深さを自在に調整することができる。また、ドーピング時に光の照射部分を変えることにより、上層側と下層側とでドーピングパターンの異なる積層構造を得ることができる。

【0016】図2は本発明が適用された第2の実施例を示す図1と同様な図である。本実施例の構成は概ね第1の実施例と同様であり、第1の実施例と同様な部分には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。本実施例では、反応管11が成長原料ガスが供給されるように

(4)

5
 なっている第1の反応室12aと、ドーピングガスが供給されるようになっていると共に第1の実施例と同様なレーザ照射ユニット14が設けられた第2の反応室12bとにゲートバルブ18aをもって区画されている。また、第1の実施例と同様なロードロック室19が第1の反応室12aと隣接する位置にゲートバルブ18bをもって区画されている。そして、基板Bを保持するサセプタ13がロードロック室19と、第1の反応室12aと、第2の反応室12bとの間で移動可能となっている。

【0017】このような構成のMOCVD装置においては、まず第1の反応室12aにて結晶成長を行い、第2の反応室12bに移動させてドーピングを行う。これを交互に複数回繰り返すことにより、第1の実施例と同様に膜厚及びドーピングの深さを自在に調整することができる。また、ドーピング時に光の照射部分を変えることにより、上層側と下層側とでドーピングパターンの異なる積層構造を得ることができる。それ以外の構造は第1の実施例と同様である。

【0018】図3は本発明が適用された第3の実施例を示す図1と同様な図である。本実施例は砒化ガリウム(GaAs)基板上へのセレン化亜鉛(ZnSe)のエピタキシャル結晶を成長させ、ドーパントとして窒素(N)を導入してp型結晶を得るためのMBE装置である。

【0019】反応管21は上下方向に延在し、その内部通路21aを図に於ける下側から上側に向けてドーピングガスとしてアンモニア(NH₃)、そのキャリアガスとしてヘリウム(He)が供給されるようになってい10
 る。また、内部通路21aの図に於ける下側位置には基板Bの表面に成長原料を分子線として供給するためのクヌーセンセル30が設けられている。

【0020】反応管21の中間部の内部通路21aは反応室22をなし、その上側には基板Bを下向きに保持して回転させるサセプタ23が設けられている。また、反応室22の基板Bと対向する位置には、上記各実施例と同様なレーザ照射ユニット24が設けられている。

【0021】次に本実施例の作動要領について説明する。まず砒化ガリウム基板Bをサセプタ23に上向きに保持し、この基板Bを回転させると共に加熱する。そして内部通路21aから成長原料を分子線としてクヌーセンセル30から基板Bに供給することにより結晶成長させた後、ドーピングガスを供給しつつレーザ照射ユニッ

6
 ト24により高出力レーザ光を基板B表面に照射してドーピングする。それ以外の構造は上記各実施例と同様である。

【0022】

【発明の効果】上記した説明により明らかなように、本発明に基づくエピタキシャル結晶成長方法及びその装置によれば、結晶を成長させる過程と、高出力レーザ光により薄膜の一部または全部を熔融し、かつドーピングガスを分解して拡散させる過程とを閉鎖系にて交互に行うことにより、成長原料とドーパントとの分解条件の違い及び両者の気相での反応などの問題を生じることがなく、また上記過程を複数回繰り返すことによりドーピングの深さを変えたり積層構造を形成することができることから、様々な種類の高品質なエピタキシャル結晶基板を容易に得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す側断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す側断面図である。

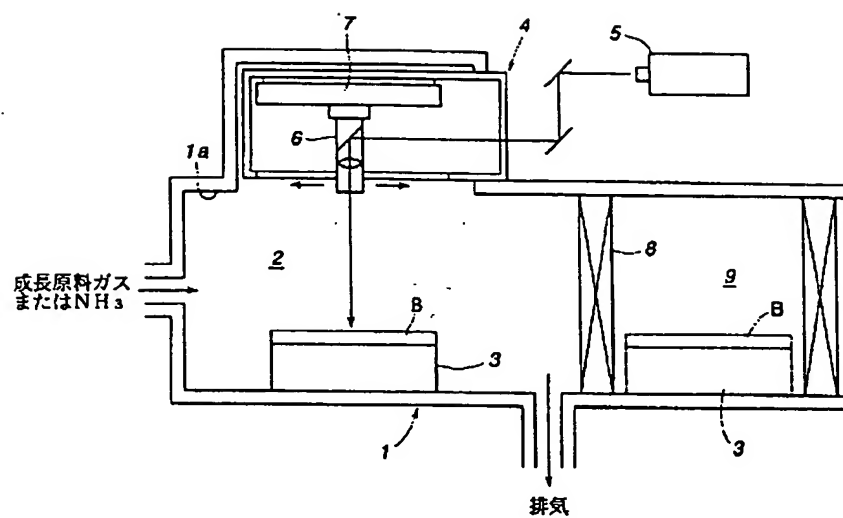
【図3】本発明の第3の実施例を示す側断面図である。

【符号の説明】

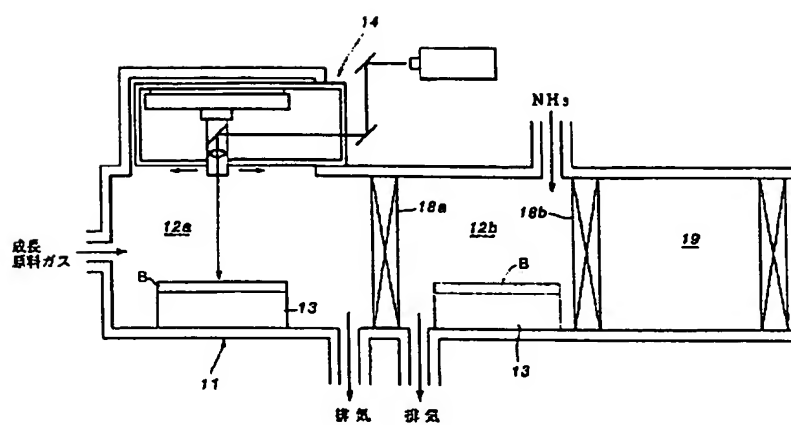
- 1 反応管
- 1a 内部通路
- 2 反応室
- 3 サセプタ
- 4 レーザ照射ユニット
- 5 レーザ光源
- 6 出射系
- 7 搬送装置
- 8 ゲートバルブ
- 9 ロードロック室
- 11 反応管
- 12a 第1の反応室
- 12b 第2の反応室
- 13 サセプタ
- 14 レーザ照射ユニット
- 18a、18b ゲートバルブ
- 19 ロードロック室
- 21 反応管
- 21a 内部通路
- 22 反応室
- 23 サセプタ
- 24 レーザ照射ユニット
- 30 クヌーセンセル

(5)

【図1】

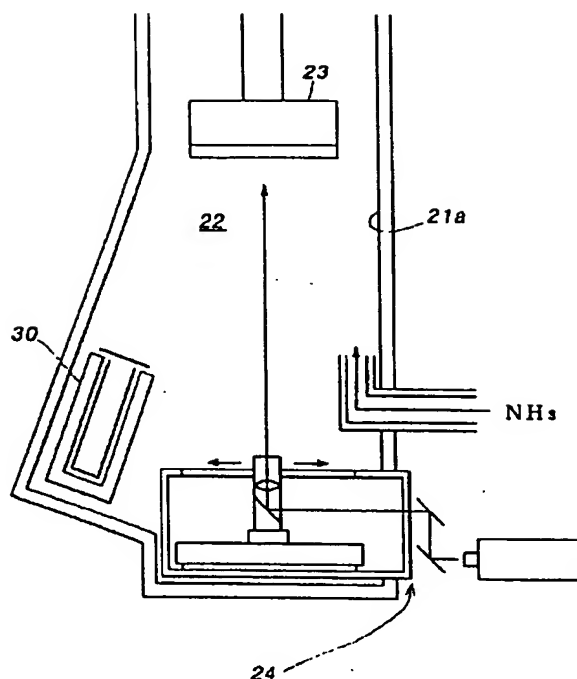


【図2】



(6)

【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成4年6月22日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】図2は本発明が適用された第2の実施例を示す図1と同様な図である。本実施例の構成は概ね第1の実施例と同様であり、第1の実施例と同様な部分には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。本実施例では、反応管11が成長原料ガスが供給されるようになっている第1の反応室12aと、ドーピングガスが供給されるようになっていると共に第1の実施例と同様なレーザー照射ユニット14が設けられた第2の反応室12

bとにゲートバルブ18aをもって区画されている。また、第1の実施例と同様なロードロック室19が第2の反応室12bと隣接する位置にゲートバルブ18bをもって区画されている。そして、基板Bを保持するサセプタ13がロードロック室19と、第1の反応室12aと、第2の反応室12bとの間で移動可能となっている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】

(7)

